Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1			X		
1.2		X			
1.3		X	X		
1.4		X			
1.5.1		X	X		
1.5.2		X		X	
1.6.1			X		
1.6.2			X		
1.6.3			X		
1.7.1			X		
1.7.2			X		
1.7.3	X	X			

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q2: Molekularbiologische und gentechnische Grundlagen der Biologietechnik
Q3: Theorie der Biologietechnik in Verfahren und Anwendungen
verbindliche Themenfelder:
Molekularbiologische Grundlagen (Q2.1), Gentechnische Grundoperationen Teil I (Q2.2), Gentechnische Grundoperationen II und Verfahren (Q3.1), Immunbiologische Grundlagen und abgeleitete technische Verfahren (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.1	nennen − Viren mit einzelsträngiger RNA positiver Polarität − Viren mit einzelsträngiger RNA negativer Polarität − Viren mit doppelsträngiger RNA − Viren mit linearer, doppelsträngiger DNA	2		
1.2	erklären Für die Vermehrung der Viren werden große Mengen an viraler Erbinformation und Kapside zum Verpacken der DNA benötigt. Zunächst wird die Replikation der viralen DNA durch das Protein E1 des Virus angeregt. Das Protein E2 reguliert die Transkription der viruseigenen Erbinformation zur Synthese der weiteren viruseigenen Proteine, um ebenfalls viel Material für die Vermehrung herzustellen, indem es die zellulären RNA-Polymerasen aktiviert. Zu den viruseigenen Proteinen, die dann verstärkt exprimiert werden, gehören das Hauptstrukturprotein L1, das Protein L2 und das Enzym E4. Die Hauptstrukturproteine bilden die Kapsomere, von denen 72 ein Kapsid aufbauen. Dieses schließt die neu entstandene DNA der neuen Viren ein. Das Protein L2 verbindet das Kapsid mit der viralen Erbinformation. Das Protein E4 dient dann schließlich u.a. der Freisetzung der neu entstanden Viren aus den Wirtszellen.		5	2
1.3	überführen c), g), b), d), e), a), f)		7	
1.4	erklären Nach einer Virusinfektion können Abschnitte der HPV-DNA dauerhaft in das Genom der Wirtszelle integriert werden. Von Bedeutung sind dabei die viralen Gene E6 und E7 (des Virusstamms HPV 16). Die Genprodukte dieser beiden Gene sind die Proteine E6 und E7. Diese Proteine können an Tumorsuppressorproteine der Wirtszelle wie z. B. p53 binden. Das Protein p53 verhindert die ungehemmte Teilung von Zellen und startet bei irreparabler Schädigung oder Entartung einer Zelle ein zelluläres Selbstmordprogramm. Wird das Protein p53 durch E6 oder E7 außer Funktion gesetzt, werden die Zellteilungsaktivitäten nicht mehr gestoppt und die Epithelzellen werden trotz gravierender DNA-Schädigungen nicht mehr in die Apoptose gezwungen. Daher vermehren sich die betroffenen Zellen in der Gebärmutterschleimhaut unbegrenzt. Es bildet sich eine ständig wachsende Wucherung, Krebs.			7
1.5.1	ergänzen A Polymerase-Kettenreaktion B Gelelektrophorese C waschen begründen Zunächst isoliert man die Erbinformation aus Zellen des Gebärmutterhalses, indem man die Zellen aufschließt und die DNA extrahiert. Damit genügend Material vorliegt, wird die isolierte DNA zunächst durch die Polymerase-Kettenreaktion vervielfältigt und anschließend mithilfe von		2	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
	Restriktionsenzymen in DNA-Fragmente zerschnitten. Durch eine Gelelektrophorese werden die entstandenen, verschieden langen DNA-Fragmente im elektrischen Feld durch unterschiedlich schnelle Wanderung durchs Gel voneinander getrennt. Die einzelnen Fragmente werden denaturiert, d.h. die doppelsträngige Erbinformation wird einzelsträngig gemacht, indem die doppelsträngige DNA erhitzt wird und dadurch die Wasserstoffbrücken zwischen den komplementären Basen getrennt werden. Die Einzelstränge werden anschließend auf eine Nitrozellulosemembran fixiert bzw. geblottet. Zu den fixierten, einzelsträngigen DNA-Fragmenten wird einzelsträngige, radioaktiv markierte HPV-DNA gegeben. Wenn die Basensequenzen von Gebärmutter-DNA und HPV-DNA komplementär zueinander sind, hybridisieren sie miteinander durch Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basen. Entstehen im Autoradiogramm also schwarz gefärbte Banden, schwärzt die radioaktive Strahlung der HPV-DNA des HPV-DNA-Gebärmutter-DNA-Mischstranges die Fotoplatte des Autoradiogrammes. Überschüssige, nicht gebundene radioaktive HPV-DNA muss abgewaschen werden, damit sie nicht fälschlicherweise bei dem sich anschließenden Autoradiogramm die Fotoplatte schwärzt.		2	6
1.5.2	analysieren Bei Probe 1, 2 und 4 entstehen schwarze Banden auf gleicher Höhe im Autoradiogramm. Alle drei DNA-Proben stammen ursprünglich aus Zellen des Gebärmutterhalskrebses. Ihre Erbinformationen sind also zumindest teilweise komplementär zur HPV-DNA. Nur bei Probe 3 entsteht gar keine Bande im Autoradiogramm. Sie ist also nicht komplementär zur HPV-DNA. Die DNA stammt aus Zellen eines anderen Krebsgewebes. Dieses enthält im Gegensatz zu Gebärmutterhalskrebszellen keine HPV-DNA. Die Hypothese, dass Gebärmutterhalskrebs durch das HPV ausgelöst werden kann, wird somit unterstützt.			5
1.6.1	beschreiben Initiation: RNA-Polymerasen binden an Promotormolekülen, die sich auf den zu kopierenden Stellen des Genoms befinden. Bevor überhaupt genetische Informationen abgelesen werden können, muss die Doppelhelix mithilfe der Topoisomerase entschraubt werden. Das passiert durch Auflösung der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basenpaaren. Elongation: Während der Elongation kommt es zur Umschreibung von DNA zu mRNA. Die RNA-Polymerase wandert von 3' nach 5' und synthetisiert durch Anlagerung freier Ribonukleotide einen zur DNA komplementären mRNA-Teilstrang, der entsprechend eine 5'-3' Richtung aufweist. Termination: Im Verlauf der Transkription trifft die RNA-Polymerase beim Ablesen der DNA auf eine Terminatorsequenz. Terminatoren stoppen die RNA-Polymerase und es kommt zur Ablösung des mRNA-Teilstrangs von der DNA. Bei Eukaryoten wird die unreife mRNA noch gespleißt (engl. splice = verbinden). Unreife mRNA besteht aus Exons und Introns.	12		

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
	Nur die Exons enthalten wichtige Genabschnitte für die Proteinbiosynthese. Die Introns werden durch Spleißosomen entfernt und die übrig gebliebenen Exons miteinander verbunden. Außerdem erhält die mRNA am 5'-Ende eine Kappe aus Guanin sowie am 3'-Ende einen Poly-A-Schwanz aus mehreren Adeninnukleotiden.			
1.6.2	beschriften, nennen, erläutern 1 = leichte Kette 2 = Epitope 3 = Kohlenhydratkette 4 = schwere Kette 5 = Disulfidbrücke 6 = Antigenbindungsstelle 7 = variable Region 8 = konstante Region Agglutination = Verklumpung von Zellen Präzipitation = Vernetzung von Eiweißen (Ausfällung) Neutralisation = Bindung von Toxinen Opsonisierung = Markierung für Makrophagen			
	beschriften	4		
	nennen	2		
	erläutern		4	
1.6.3	beschreiben, erläutern spezifisch humorale Immunreaktion Ein Makrophage oder eine Dendritische Zelle phagozytiert ein HPV, zerlegt es in Fragmente und präsentiert diese über MHC II an seiner Oberfläche. Eine T-Helferzelle bindet an das präsentierte Fragment mithilfe eines passenden T-Zell-Rezeptors und einem CD4-Corezeptor. Durch Interleukine des Makrophagen bzw. der Dendritischen Zelle wird die T-Helferzelle aktiviert und zur Vermehrung stimuliert. Ein Teil der T-Helferzellen bleibt als Gedächtniszellen erhalten. Ein B-Lymphozyt, der durch Bindung, Aufnahme und Zerlegung des gleichen Antigens HPV eine erste Teilaktivierung durchlief, präsentiert das Antigenfragment ebenfalls auf MHC II und erfährt durch Bindung und Ausschüttung von Interleukinen der T-Helferzelle die zweite Teilaktivierung. Dadurch kommt es zur Differenzierung der B-Lymphozyten zu B-Gedächtniszellen und Plasmazellen, die die spezifischen Antikörper in hoher Konzentration gegen bestimmte Fragmente von HPV, z. B. die Kapsomere produzieren.			
	beschreiben	4		
	erläutern		6	
1.7.1	angeben Restriktionsenzyme: können bestimmte repetitive DNA-Sequenzen, sogenannte Palindrome, erkennen und schneiden, indem sie die Esterbindung zwischen einem Phosphatrest und einer Desoxyribose trennen. Dadurch entstehen DNA-Fragmente mit überhängenden Enden, den „stick ends“ und stumpfen Enden („blunt ends“). Ligasen:	6		

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
	sind Enzyme, die DNA-Stränge verknüpfen. Sie bilden dabei eine Esterbindung zwischen einem Phosphatrest und einer Desoxyribose zweier Nukleotide aus. Expressionssvektor Hefeplasmid: Das Plasmid der Hefezellen muss neben einem eukaryotischen Origin (= ori = Replikationsursprung), damit es sich in den Hefezellen selbstständig vervielfältigen kann, Schnittstellen für mindestens ein Restriktionsenzym enthalten, damit das Insert hier gezielt eingebaut werden kann.			
1.7.2	aufzeigen, erklären – Ein Gen des viralen Kapsids wird zunächst durch Identifizierung der reifen mRNA des Kapsids mittels Gensonden gewonnen, weil die reife mRNA keine unnötigen Introns enthält. Dann wird die mRNA mittels Reverser Transkriptase in DNA umgeschrieben, die mRNA des mRNA-DNA-Mischstranges enzymatisch abgebaut und der DNA-Einzelstrang mittels DNA-Polymerase zum Doppelstrang in cDNA ergänzt, damit das Gen des viralen Kapsids aus Desoxyribonukleotiden besteht. – An das Gen werden klebrige Enden angeheftet, damit das Insert in den Vektor integriert werden kann. Der Vektor wird mit dem passenden Restriktionsenzym geschnitten, damit er die gleichen sticky ends wie das Insert erhält. – Durch Einfügen eines (starken) eukaryotischen Promotors vor dem Insert wird gewährleistet, dass das Gen vermehrt von der Hefezelle transkribiert wird, um eine hohe Ausbeute des Kapsidproteins zu erzielen. – Die Suspensionen aus geschnittenem Plasmid und Insert werden gemischt, inkubiert und anschließend mit dem Enzym Ligase versetzt, um die sticky ends miteinander zu verknüpfen. Dabei entstehen u.a. die gewünschten rekombinanten Plasmide. – Damit die rekombinanten Plasmide in die Hefezellen gelangen, erfolgt die Transfektion z. B. durch eine Genkanone, Hitzeschock oder Elektroporation. – Um die Hefezellen, die das rekombinante Plasmid aufgenommen haben, zu identifizieren, werden sie selektiert. Eine Selektion könnte mittels GFP oder Gensonde erfolgen. – Die selektierten, transgenen Hefezellen werden in einem Nährmedium im Fermenter unter optimalen Bedingungen weiter kultiviert, damit sie sich vielfach vermehren und massenweise die Proteine der Hüllmembran des Virus produzieren. – Diese werden aus den Hefezellen z. B. durch mechanisches Zerstören der Zellen isoliert und z. B. mittels eines chromatografischen Verfahrens aufgereinigt. aufzeigen erklären		9	 7

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.7.3	skizzieren, begründen geändert nach: Natura, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2015, S. 229. Nach der ersten Impfdosis steigt die Antikörperkonzentration innerhalb von einigen Tagen allmählich an und sinkt dann wieder. Es dauert wenige Tage, bis immer mehr B-Zellen passende Antikörper produzieren. Dann nimmt die Zahl der antikörperproduzierenden Zellen wieder ab und Antikörper werden allmählich abgebaut. Nach der zweiten Impfdosis steigt die Antikörper-konzentration schneller, innerhalb von wenigen Tagen an und erreicht deutlich höhere Werte, die auch über längere Zeit vorhanden bleiben. Durch den Erstkontakt mit dem Impfstoff werden bereits B-Gedächtniszellen hergestellt, die bei Zweitkontakt mit dem Antigen des Impfstoffes schneller und vermehrt Antikörper gegen HPV produzieren.			
	skizzieren		4	
	begründen		1	3
	Summe 100	**30**	**40**	**30**

Nicht für den Prüfling bestimmt

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen für die Interpretationsaufgabe

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1.1	2			**2**
1.2		5	2	**7**
1.2		7		**7**
1.4			7	**7**
1.5		4	11	**15**
1.6	22	10		**32**
1.7	6	14	10	**30**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.